



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 47363

(13) C2

(51) 6 C02F1/48, C02F5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД(54) СПОСІБ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ТА ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОЛІТУ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙС-
НЕННЯ

1

2

(21) 2002031859

(22) 06 03 2002

(24) 15 08 2002

(46) 15 08 2002, Бюл. № 8, 2002 р

(72) Гурвич Георгій Олексійович

(73) Булгаков Борис Борисович, Булгаков Олексій
Борисович

(56) А с СРСР № 1608136, 1990, C02F 1/48

Патент РФ № 2127229, 1999, C02F 1/48

Патент США № 5616250, 1997, C02F 1/48

Патент Франції № 2629447, 1989, C02F 1/48

(57) 1 Спосіб магнітної обробки та демінералізації електроліту, що включає вплив на нього взаємно пересічених змінних і синхронно змінюваних магнітного і електричного полів, який відрізняється тим, що вплив на електроліт здійснюють змінним магнітним полем, що рухається в один бік, а електричне поле створюють таким, що рухається у тому ж напрямку, синхронно з магнітним полем

2 Пристрій магнітної обробки і демінералізації електроліту, що включає феромагнітний статор з

обмотками створення електромагнітного поля, що обертається, і розміщений у ньому з утворенням кільцевої порожнини для проходу електроліту нерухомий сердечник, при цьому статор і сердечник виконані з пазами з розміщеними в них обмотками, ізольованими від оброблюваного електроліту, на торцях кільцевої порожнини встановлені електрично не ізольовані від оброблюваного електроліту електроди, підключені до обмотки сердечника, а також патрубків підведення оброблюваного і відводу обробленого електроліту, який відрізняється тим, що обмотка сердечника виконана багатofазною, її фазні обмотки з'єднані послідовно, один з електродів розділений по числу фаз обмотки на взаємно ізольовані ламелі, кожна з яких підключена до відповідних фазних обмоток, а кільцева порожнина розділена герметичними електроізолюючими перегородками на окремі камери, кожна з яких містить додатковий патрубок для відводу концентрованого електроліту

Винахід відноситься до технології розділення електролітних розчинів і може бути застосованим в пристроях для електромагнітної (магнітним полем й електричним струмом) обробки води в різних галузях промисловості при підготуванні води для технологічних процесів і очищенні стічних вод, наприклад, у теплоенергетиці, хімічній галузі, машинобудівній та ін. Найбільш поширеного використання винахід набуде при очищенні додаткової води паросилових установок, оборотних систем охолодження та води для підживлення теплових мереж

Застосування магнітного впливу на різноманітні водні розчини та суспензії є загальновідомим фактором. Магнітна обробка, що знайшла застосування для обробки водних систем, змінює ряд фізичних та фізико-хімічних характеристик останніх (діелектричну проникність, в'язкість, магнітну сприйнятність, провідність тощо). Застосування магнітної обробки води в основному відоме в якості магнітних фільтрів для видалення окислів турбінного конденсату енергетичних установок зверхкритичного тиску, при підготовці підживлювальної

води теплових мереж і для обробки високо мінералізованої, в тому числі і морської води перед дистилляцією

Ряд технологій передбачають також застосування пристроїв, в яких під дією електричного струму в приелектродних зонах відбувається деіонізація домішок, що приводить до зняття перенасиченості розчину слаботорозчинними солями і, як наслідок, до зниження жорсткості води за рахунок випадання осаду

В патенті США № 5603843 (МПК⁷ C02F1/48, опубл. в ВКС № 3, 1998 р.) описаний процес зняття перенасиченості води саме під дією електричного струму, який викликає випадання в осад слаботорозчинних домішок, присутніх у воді

Аналогічний ефект, що має місце при обробці води, описаний в патенті Росії № 21377721 (МПК⁷ C02F5/00, опубл. в БВ № 26, 1999 р.), де використовується обробка води при напрузі, що не перевищує величину напруги розкладення робочого середовища. На електродах електролізного пристрою відкладаються солі жорсткості та виділяються гази. Накопичений в пристрої осад виво-

(13) C2

(11) 47363

(19) UA

диться назовні

Обидва наведені винаходи об'єднує загальний недолік - описана в них технологія обробки розчину має суто вузьку направленість - часткове пом'якшення води, тобто видалення з неї надлишку солей жорсткості, які є небажаними по причині утворення шару накипу на поверхнях теплообмінних пристроїв. При таких технологіях вода лише обробляється магнітним полем або електричним струмом, але ж глибокого її очищення, що припускає відділення іонів розчинених у воді солей, не відбувається.

В ряді випадків застосовується поєднання дії на водний розчин ефектів магнітного поля та електричного струму. Так, в заявці РСТ 92/06042 (МПК⁷ C02P1/48, опубл. в ВКС № 8 1993 р.) за допомогою двох магнітних пристроїв, змонтованих на трубопроводі, по якому протікає вода, на останню впливають як магнітним полем, так і електричним струмом.

Подібний принцип зберігається і в патенті США № 5616250 (МПК⁷ C02P1/48, опубл. в ВКС № 5, 1998 р.), де рідина в процесі обробки проходить через секцію, оснащену обмоткою, що наводить електромагнітне поле, яке діє на потік.

В результаті впливу на систему двох факторів - магнітного поля та електричного струму зниження її жорсткості лише додатково підсилюється, але, як і в двох попередніх технічних рішеннях, іони солей, що розчинені у воді, тут також не відділяються.

Пом'якшення жорсткої води є вкрай важливим фактором в багатьох галузях народного господарства, особливо в теплоенергетиці, де боротьба з накипом є суттєвою проблемою. Але до сучасних водоочисних технологій пред'являються вимоги значно більш глибокого пом'якшення і ефективного знезалення.

Глибоке очищення водних систем може бути основане на використанні явища взаємодії заряджених часток (іонів та мілкодисперсних домішок) з магнітним полем, направленим на їх селекцію та виведення з водної системи. Механізм взаємодії електричних зарядів з магнітним полем визначається силою Лоренца, яка описується формулою

$$F_L = V \cdot B \cdot Q \cdot \sin \alpha,$$

Де F_L - сила Лоренца,

V - швидкість переміщення зарядженої частки (іона) щодо магнітного поля,

B - індукція магнітного поля,

Q - заряд частки,

α - кут між векторами B і V .

Теорія обробки розчинів в магнітному полі під дією сил Лоренца закладена в основу побудови ряду пристроїв, призначених для очищення електролітів.

Відомий пристрій, функціонування якого засноване на сумісній дії на розчин магнітного та електричного полів у поєднанні з тангенціальним вводом потоку в циліндричну камеру (Патент Франції № 2629447, МПК⁷ C02P1/48, опубл. в ВКС № 4, 1990 р.). Недоліком цього пристрою є те, що турбулентність високошвидкісного тангенціального потоку, який до того ще й обертається, в значній мірі порушує направленість іонів, через що ефективність такого пристрою є низькою.

Більш досконалими з позиції ефективності магнітної обробки рідини є пристрої, що використовують рух магнітного потоку відносно розчину, що оброблюється. Так, відомий пристрій, в якому здійснюється демінералізація або обезсолювання розчину під дією сили Лоренца в магнітному полі, яке створюється обертанням камери (Ас № 1428709, МПК⁷ C02P1/48, опубл. в БВ № 37, 1988 р.). Але селективне масоперенесення, що припускає наявність мас, які обертаються, суттєво ускладнює конструкцію та знижує її надійність.

На принципі застосування обертання магнітної системи створений пристрій, описаний в ас № 1820899 (МПК⁷ C02F1/48, опубл. в БВ № 21, 1993 р.). Оброблюваний розчин піддається дії магнітного поля, створюваного обертанням соленоїда. Магнітне поле ініціює дію на розчин сил Лоренца, які переміщують їх в сторону концентричних камер. Розчин надходить в камеру через перегородки (мембрани). Позитивний фактор наявності мембран завдячує, скоріш за все, виникненню явища зворотного осмосу, що підвищує ефективність обезсолювання розчину, але присутність мембран пов'язана з великою впрохідністю засмічування (забивання) мембран, що знижує надійність пристрою. Та основним недоліком цього винаходу, як і вищезгаданого, є те, що в цих пристроях не відбувається розділення розчину на іони і виведення останніх.

За прототип запропонованого винаходу прийнятий спосіб магнітної обробки та демінералізації електроліту, що включає вплив на нього взаємно пересічних перемінних і синхронно змінних магнітного й електричного полів (Ас № 1608136, МПК⁷ C02P1/48, опубл. в БВ № 43, 1990 р.). Згідно винаходу напрямок електричного струму змінюється синхронно зі зміною вектора напруженості магнітного поля. Для забезпечення максимальної взаємодії магнітного та електричного полів застосовується додатковий пристрій - фазообертач.

За прототип винаходу прийнятий також пристрій магнітної обробки та демінералізації електроліту, що включає феромагнітний статор з обмотками створення електромагнітного поля, що обертається, і розміщений у ньому з утворенням кільцевої порожнини для проходження електроліту нерухомий сердечник, при цьому статор і сердечник виходять з пазами з розміщеними в них обмотками, ізолюваними від оброблюваного електроліту, на торцях кільцевої порожнини встановлені електрично не ізолювані від оброблюваного електроліту електроди, підключені до обмотки сердечника, а також патрубки підведення оброблюваного і відводу обробленого електроліту (Патент Росії № 2127229, МПК⁷ C02P1/48, опубл. в БВ № 7, 1999р.). Сердечник (ротор) оснащений трифазною багатовитковою обмоткою. Для одержання максимальної ЕДС на кінцях обмотки сердечник устаткований нерухомо. Ємність для рідини утворена між частинами герметизованих і електроізолюваних статора і сердечника.

В описаному вище способі виключається поляризація електродів, однак, унаслідок малої швидкості переміщення іонів в об'ємі розчину, віддаленого від електродів, швидкість обробки розчину (швидкість перерозподілу концентрації) мала,

що обмежує продуктивність цього способу. Зазначені недоліки знижують можливості застосування способу для реалізації в промислових пристроях і обмежують область застосування останнього.

Недолік відомого пристрою, як і більшості пристроїв магнітної обробки рідини, полягає у першу чергу в тому, що ефективність обробки рідини (води) не детермінована й у більшості випадків не може бути підтверджена безпосередньо об'єктивними показниками порівняння якості води до і після її обробки. В цих пристроях не відбувається розділення розчину на іони, а рідина лише піддається одночасній обробці магнітним полем і електричним струмом.

В основу винаходу поставлена задача підвищення ефективності здійснення способу магнітної обробки та демінералізації електроліту шляхом впливу на нього змінного магнітного поля, що рухається, та синхронного з ним електричного поля, яке рухається у тому ж напрямку, в результаті чого магнітне поле ініціює виникнення сил Лоренца, які у взаємодії із напрямленими в одному напрямку з ними силами електричного поля підсилюють ступінь розділення та швидкість переміщення заряджених часток (домішок іонного характеру) в об'ємі розчину, віддаленого від електродів, що підвищує продуктивність процесу і обумовлює можливість глибокого очищення водних розчинів.

В основу винаходу поставлена також задача забезпечення високоєфективного знесоплення водних систем в пристрої магнітної обробки та демінералізації електроліту шляхом удосконалення конструктивного виконання обмотки сердечника, зокрема, створення її багатофазною, розділення одного з електродів на ламелі та оптимізації їх зв'язку з фазами обмотки, а також доповнення кільцевої порожнини пристрою перегородками, в результаті чого в точках розділення кожної з фаз, що підключені до ламелей, створюється ерс, яка рухається синхронно з магнітним полем, і обумовлює наявність в електроліті струмів, фазовий зсув яких забезпечує в кожній камері максимальну взаємодію магнітного поля з мігруючими іонами, та підвищує швидкість переміщення заряджених часток і, як наслідок, підсилює ступінь розділення.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що у способі магнітної обробки та демінералізації електроліту, що включає вплив на нього взаємно пересічних перемінних і синхронно змінних магнітного й електричного полів, згідно винаходу, вплив на електроліт здійснюють змінним магнітним полем, що рухається в один бік, а електричне поле створюють таким, що рухається у тому ж напрямку, синхронно з магнітним полем.

Поставлена задача вирішується також тим, що в пристрої магнітної обробки та демінералізації електроліту, що включає феромагнітний статор з обмотками створення електромагнітного поля, що обертається, і розміщений у ньому з утворенням кільцевої порожнини для проходу електроліту нерухомий сердечник, при цьому статор і сердечник виконані з пазами з розміщеними в них обмотками, ізольованими від оброблюваного електроліту, на торцях кільцевої порожнини встановлені електрично не ізольовані від оброблюваного електроліту електроди, підключені до обмотки сердечника, а

також патрубки підведення оброблюваного і відводу обробленого електроліту, згідно винаходу, обмотка сердечника виконана багатофазною, її фазні обмотки з'єднані послідовно, один з електродів розділений по числу фаз обмотки на взаємно ізольовані ламелі, кожна з яких підключена до відповідних фазних обмоток, а кільцева порожнина розділена герметичними електроізолюючими перегородками на окремі камери, кожна з яких містить додатковий патрубок для відводу концентрованого електроліту.

Вказаний вище технічний результат обумовлений ознаками запропонованого винаходу, що відрізняють його від відомих технологій магнітної обробки та очищення водних систем та пристроїв, призначених для цих цілей.

Сукупний вплив на електроліт синхронізовано змінюваних магнітного та електричного полів, вектори яких взаємно перпендикулярні, завжди обумовлюють однобічну направленість сил Лоренца в електроліті, що призводить до розділення його на очищену рідину та розсіл. Але такої синхронності взаємодії обох полів є замало для забезпечення високої швидкості перерозподілу іонів. Саме придання такому магнітному полю руху відносно оброблюваного розчину надає можливості інтенсифікувати швидкість міграції заряджених часток в об'ємі рідини, що віддалений від електродів. Це відбувається за рахунок того, що сили Лоренца, наведені магнітним полем, збігаються за напрямком з силами електричного поля (яке в даному випадку є синхронним з магнітним і також рухається у його напрямку), і підвищують швидкість руху заряджених часток не тільки в приелектродних зонах, а і в усьому об'ємі розчину.

Відрізняючі ознаки пристрою, а саме - виконання обмотки сердечника багатофазною, кожна з фаз якої з'єднана з відповідною ламелею поділеного на них електроду, генерує в точках розділення фаз ерс, яка рухається синхронно з магнітним полем і обумовлює виникнення в ламінарному потоці рідини при подаванні її перпендикулярно магнітному полю, струмів, які забезпечують максимальну взаємодію магнітного поля з іонами. Динаміка цього процесу виявляється у підвищенні швидкості селекції заряджених часток із розчину.

Розділення кільцевої порожнини (ємності для рідини) вертикальними герметичними й електроізолюючими перегородками на ряд камер (наприклад, кратно числу фаз статора), забезпечує створення в кожній із камер синхронних із зміною вектора магнітної індукції струмів, що перетинаються магнітним полем, яке рухається. При перпендикулярності вектора магнітної індукції потоку оброблюваної води та його руху перпендикулярно наведеному в останньому електричному струму, з одного боку перегородки утворюється зона підвищеної концентрації розчину, який відводиться у вигляді розсолу. Зсув заряджених часток у бік руху магнітного поля (до дренажного патрубка) призводить до зниження їх концентрації в протилежній частині камери (основного патрубка). Слід зазначити, що вплив безпосередньо на рідину магнітного поля, що рухається, приводить до виникнення сил Лоренца, у результаті яких збіднюється дифузійний шар заряду колоїдних міцел, що у кінцево-

му рахунку приводить до їхнього зсуву у бік дренажного патрубка

Суть винаходу пояснюють наведені креслення, де

на фіг 1 - схематичне зображення пристрою для розділення електроліту,

на фіг 2 - схема з'єднань обмоток сердечника в розгорнутому вигляді,

на фіг 3 - схематичне зображення камери і розподіл в ній іонів,

на фіг 4 - схема послідовного з'єднання камер для підвищення глибини очищення розчину,

на фіг 5 - схема послідовного з'єднання камер для підвищення концентрації розсолу,

на фіг 6 - приклад схематичного зображення лінійного пристрою для розділення електроліту

Запропонований пристрій містить статор 1, у пазах 2 якого розташовані, наприклад, трифазні обмотки 3, за допомогою яких створюється магнітне поле, що обертається. У середині статора розташований шихтований сердечник (нерухомий ротор) 4, у пазах 5 якого розташовані багатофазні обмотки 6, з'єднані послідовно аналогічно обмоткам колекторного двигуна. Пристрій містить верхні електроди 7 та нижній 8, виконаний у вигляді суцільного кільця (пластини). Фазові виводи багатофазної обмотки 6 підключені до ламелей 9. Схема з'єднань обмоток сердечника (ротора) приведена в розгорнутому вигляді на фіг 2. Нижній електрод 8 проводить струм, максимальна $e \cdot r \cdot c$ наводиться на діаметрально протилежних ламелях 9, що приводить до утворення електричного ланцюга, що включає дві ділянки оброблюваної рідини (на схемі приведені пунктиром R_p). Кільцева порожнина (робоча ємність) 10 утворена зазором між статором і сердечником (ротором), поверхні яких герметизовані і електроізолювані одним із відомих способів (компаунд, лак, склеювання і т.д.). Кільцева порожнина 10 розділена герметичними перегородками 11 з ізоляційного матеріалу на окремі робочі камери 12. Об'єм камер замикається верхньою 13 і нижньою 14 кришками. У верхній кришці розташовані вхідні патрубки 15, об'єднані в загальний впускний колектор 16, через який надходить початкова вода. У нижній кришці 14 кожна з камер постачена двома патрубками 17, що розташовані поруч із перегородками 11. Дренажні патрубки об'єднані в дренажний колектор 18. Очищена вода надходить до загального трубопроводу 19.

Схема камери і розподіл у ній іонів приведена на фіг 3. Вхідний патрубок оснащений розподільним пристроєм (на схемі не показано), за допомогою якого забезпечується ламінарність потоку в камері. Робоча камера 12 має верхній патрубок для надходження води та два нижні, через які виводиться засолений розчин (розсіл) та фільтрат (очищена рідина). В верхній частині камери розміщені ламелі 9 верхнього електроду 7, в нижній частині - нижній електрод 8. Літерами А, Б, В позначені напрямки сил Лоренца, сил електричного поля та руху магнітного поля відносно камери відповідно.

На схемі приведені миттєві напрямки двох сил електричного поля, однак, завдяки синхронності зміни напрямку струму і магнітного поля, сили Лоренца мають постійний напрямок, що і забезпечує

перерозподіл концентрації домішок у камері.

Послідовність підключення робочих камер можна варіювати як для підвищення глибини очищення, так і для концентрації розсолу. Фіг 4 відображає варіант підключення камер для підвищення глибини очищення фільтрату, а фіг 5 - для концентрації розсолу. Літерами П, Р, Ф позначені - початкова (вихідна) вода, розсіл та фільтрат (очищена вода) відповідно. При цьому стрілкою Г позначена операція підведення початкової води, яка підлягає очищенню, стрілкою Д - відведення розсолу в дренажний колектор, стрілкою Е - відведення очищеної води (фільтрату), стрілкою Ж - відведення концентрованого розсолу, стрілкою З - відведення води на додаткове очищення або в дренаж.

Згідно фіг 4 в кожну наступну камеру вводиться фільтрат з попередньої камери. Відведений фільтрат з останньої камери (показано стрілкою Е), що пройшов неодноразову обробку, характеризується високою глибиною очищення.

Схема на фіг 5 демонструє послідовність проходження розсолу з однієї робочої камери до іншої до досягнення ним високого ступеню концентрації. Такі варіації підключення робочих камер можна здійснювати як з одним пристроєм, так і з декількома. У разі необхідності оброблення значних мас рідини, де вимагається висока продуктивність, доцільно послідовно з'єднувати камери декількох пристроїв.

Реалізацію запропонованого способу висвітлює робота пристрою, призначеного для здійснення цього способу. При підключенні обмотки 3 статора до джерела трифазного струму наводиться змінний магнітний потік (магнітне поле), який генерує в обмотці сердечника і в рідині, яка знаходиться в кільцевій порожнині 10, змінну $e \cdot r \cdot c$, синхронізовану з магнітним полем. Завдяки підключенню кожної фази обмотки 6 сердечника до відповідних ламелей 9 в точках розділення фаз генерується $e \cdot r \cdot c$, яка рухається синхронно з магнітним полем. Ламінарний потік оброблюваної рідини подається перпендикулярно магнітному полю. Одночасний вплив на електроліт магнітного та електричного полів, вектори яких змінюються синхронно і направлені в один бік, обумовлюють однобічну направленість сил Лоренца в електроліті, що призводить до розділення його на очищену рідину та розсіл. При цьому інтенсифікується швидкість руху заряджених часток в об'ємі рідини, віддаленому від електродів. В кожній камері створюються синхронні із зміною вектора магнітної індукції струми, що перетинаються магнітним полем, яке рухається. При перпендикулярності вектора магнітної індукції потоку оброблюваної води та його руху перпендикулярно наведеному в цьому потоці електричного струму, з одного боку перегородки утворюється зона підвищеної концентрації розчину, який відводиться у вигляді розсолу. Заряджені частки зсуваються у бік руху магнітного поля (до дренажного патрубка), що призводить до зниження їх концентрації в протилежній частині камери (основного патрубка).

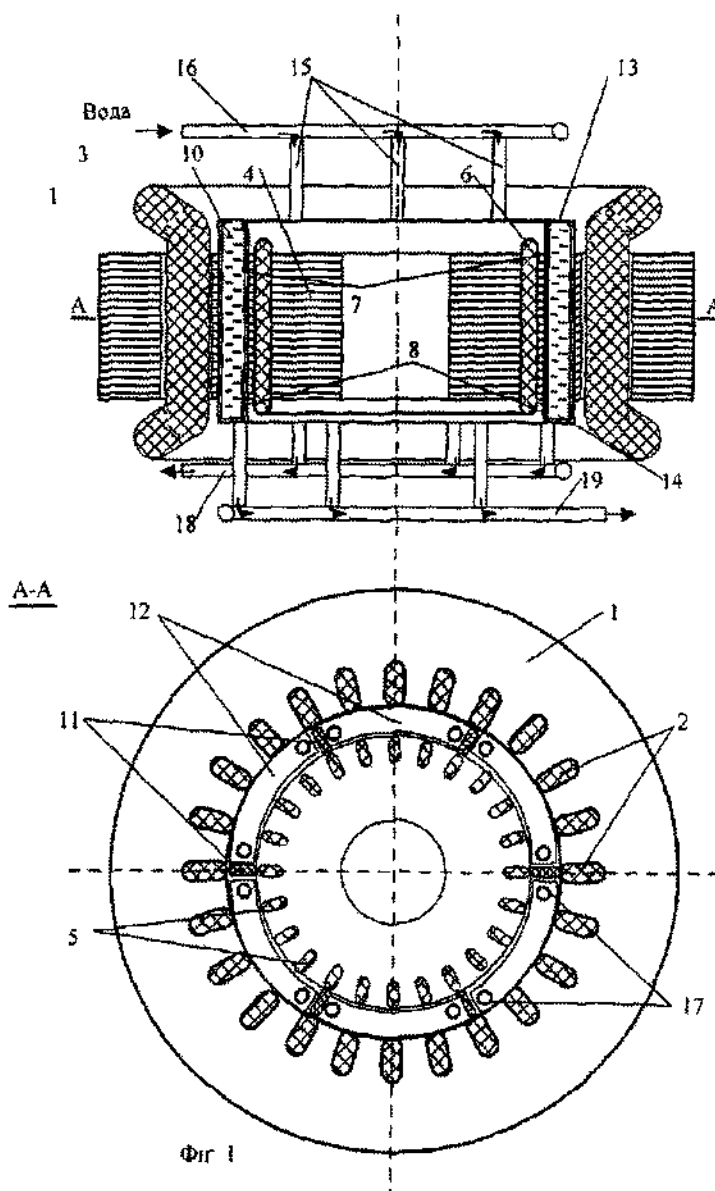
У результаті перерозподілу концентрацій домішок по об'єму камери, через дренажні патрубки виділені домішки відводяться в дренажний колек-

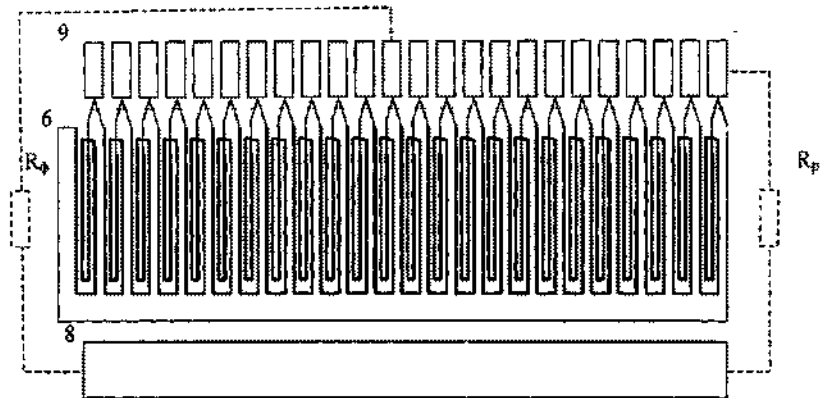
тор 18, а очищена вода через основні патрубки надходить у загальний трубопровід 19.

Необхідно відзначити, що обертання магнітного поля зі швидкістю до 50 м/с (на промисловій частоті 50 Гц) приводить до виникнення сил Лоренца, що збігаються (при відповідному з'єднанні обмоток ротора) із силами електричного поля. Завдяки цьому зростає швидкість міграції іонів в об'ємі розчину, віддаленого від електродів, що забезпечує підвищення швидкості й ефективності розподілу домішок. Підвищення частоти до 400 - 500 Гц до-

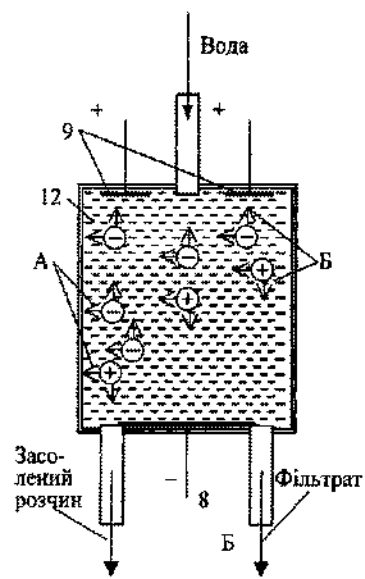
зволить підвищити відносну швидкість заряджених часток у магнітному полі до 400 - 500 м/с.

Як приклад більш раціональної з позиції економії металу та використання виробничої площі може бути лінійна конструкція пристрою, схема якої наведена на фіг. 6. Така конструкція забезпечує простіше складання в блоки окремих пристроїв, причому активний сердечник (що містить багатозазні обмотки) може бути один на весь блок, а ламелі верхнього електроду кожного з пристроїв, що входять в блок, з'єднані паралельно.

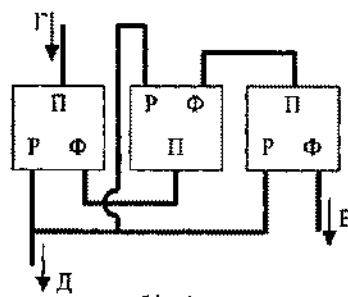




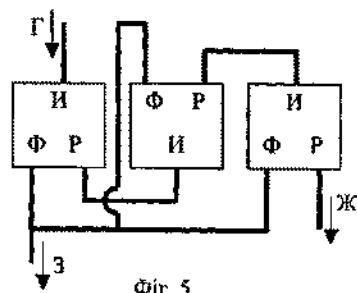
Фиг. 2.



Фиг. 3



Фиг. 4.



Фиг. 5.

A-A

Б-Б

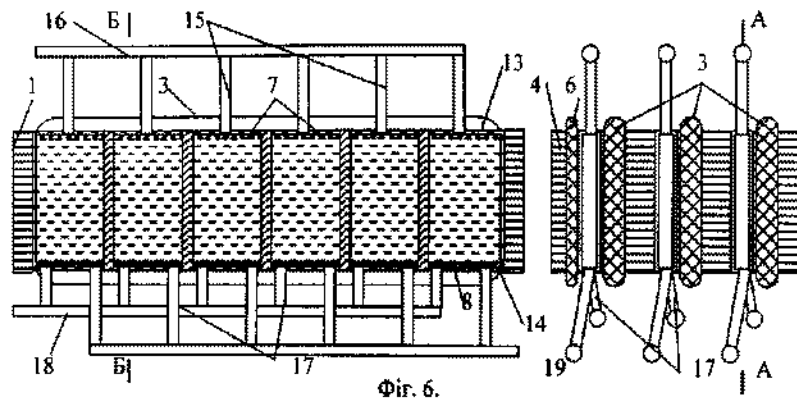


Fig. 6.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71